

ACTAS

# XV COLOQUIO IBÉRICO DE GEOGRAFÍA

RETOS Y TENDENCIAS DE LA GEOGRAFÍA IBÉRICA

Murcia, España, 7-9 noviembre 2016



## EDITORES

Ramón García Marín • Francisco Alonso Sarría •  
Francisco Belmonte Serrato • Daniel Moreno Muñoz

Primera edición, 2016

El editor no se hace responsable de las opiniones recogidas, comentarios y manifestaciones vertidas por los autores. La presente obra recoge exclusivamente la opinión de su autor como manifestación de su derecho de libertad de expresión.

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

© Ramón García Marín  
Francisco Alonso Sarriá  
Francisco Belmonte Serrato  
Daniel Moreno Muñoz  
(Editores)

© Cada uno de los autores de los textos

Edición a cargo de: Asociación de Geógrafos Españoles

I.S.B.N.: 978-84-944193-4-8

Composición: Compobell, S.L.

Hecho en España - Made in Spain

## Infraestrutura verde e alterações climáticas: um contributo para a mitigação e adaptação do território às alterações climáticas

A. Samora-Arvela<sup>1</sup>, J. Ferrão<sup>2</sup>, J. Ferreira<sup>3</sup>, R. Oliveira<sup>4</sup>, T. Panagopoulos<sup>5</sup>, E. Vaz<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, 26-C, Avenida de Berna, 1069-061 Lisboa, Portugal;

<sup>2</sup> Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa, Av. Aníbal Bettencourt, 6, 1600-189 Lisboa, Portugal;

<sup>3</sup> Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas (FCSH), Universidade Nova de Lisboa, Avenida de Berna, 26-C, 1069-061 Lisboa, Portugal;

<sup>4</sup> Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Lisboa, Av. Aníbal Bettencourt, 6, 1600-189 Lisboa, Portugal;

<sup>5</sup> Centro de Investigação sobre o Espaço e as Organizações, Faculdade de Economia, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Edifício 9, 8005-139 Faro, Portugal;

<sup>6</sup> Laboratory for Geocomputation, Department of Geography and Environmental Studies Faculty of Arts, Ryerson University, 380 Victoria St., Toronto, ON M5B 1W7, Canadá.

[anesamora@gmail.com](mailto:anesamora@gmail.com), [joao.ferrao@ics.ul.pt](mailto:joao.ferrao@ics.ul.pt), [jr.ferreira@fcs.unl.pt](mailto:jr.ferreira@fcs.unl.pt), [rosario.oliveira@ics.ulisboa.pt](mailto:rosario.oliveira@ics.ulisboa.pt),  
[tpanago@ualg.pt](mailto:tpanago@ualg.pt), [evaz@geography.ryerson.ca](mailto:evaz@geography.ryerson.ca)

**RESUMO:** No projetado quadro de alterações climáticas são esperados impactos que passam pelo aumento generalizado da temperatura, maior ocorrência e intensidade de ondas de calor, maior reincidência de fenómenos de precipitação extrema e inerentes inundações, disrupção da produção agrícola, perda de biodiversidade, entre outros.

As estratégias de mitigação das causas e de adaptação às consequências das alterações climáticas poderá passar pela valorização da Infraestrutura Verde, que desde o jardim ou parque urbano às áreas agrícolas e florestais, assume sérios benefícios às comunidades humanas, tais como a amenização do aumento de temperatura e diminuição do efeito de ilha de calor, redução do escoamento superficial com assinalável contribuição para a atenuação da intensidade de inundações, a possibilidade de produção agrícola de proximidade, o sequestro de gases de efeito de estufa, conexão entre habitats fragmentados, recreio e oportunidades de ecoturismo, entre demais.

A presente comunicação intenta construir uma análise sólida, em literatura científica, no sentido de estudar, consubstanciadamente, os benefícios da Infraestrutura Verde e a necessidade da sua congruente gestão territorial.

**Palavras-chave:** Infraestrutura Verde, Alterações Climáticas, Mitigação, Adaptação, Impactos

**ABSTRACT:** The projected climate change impacts for Europe are, mainly, the general increase in temperature, the higher occurrence and intensity of heat waves, higher occurrence of extreme precipitation events and associated flooding, disruption of agricultural production, the loss of biodiversity, among others. Strategies to mitigate the causes and adapt to the consequences of climate change may involve the enhancement of Green Infrastructure, which, from the garden or urban park to the agricultural and forestry areas, gives serious benefits to human communities, such as the reduction of temperature increase and heat island effect, decrease of runoff with remarkable contribution to the attenuation of the intensity of flooding, the possibility of local farming, sequestration of greenhouse gases, improvement of connectivity between fragmented habitats and the provision of alternative opportunities of recreation and ecotourism. This communication intends to build a solid analysis of the benefits of Green Infrastructure in the case of mitigation and adaptation to climate change.

**Keywords:** Green Infrastructure, Climate Change, Mitigation, Adaptation, Impacts



## 1. INTRODUÇÃO

No contexto europeu, as alterações climáticas implicarão mudanças na intensidade, frequência, abrangência espacial e período de ocorrência de fenómenos extremos, havendo maior confiança que o aumento da concentração de gases de efeito de estufa (GEE) conduzirá a um aumento generalizado da temperatura, ondas de calor e exacerbação do efeito de ilha de calor, alteração da variabilidade do regime de precipitação com maior ocorrência de fenómenos de precipitação elevada e inerência de inundações (IPCC, 2012), redução da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, disrupção da produção agrícola com risco de segurança alimentar, perda de biodiversidade e degradação do valor recreativo e estético da Paisagem (IPCC, 2013).

Por seu turno, a Infraestrutura Verde, ou seja, a rede de espaços naturais e seminaturais dentro, em torno e para lá dos espaços urbanos, incluindo jardins, lagos, parques, ciclovias, coberturas verdes, zonas húmidas, corredores verdes, rios, ribeiras, campos agrícolas com uso sustentável e áreas florestais (EEA, 2011), apresenta-se como um elemento estruturante, cuja valorização contribui, ofensiva, defensiva e oportunisticamente, para o combate aos impactos das alterações climáticas, seja na ordem da mitigação assente sequestro de carbono, produção alimentar e redução da necessidade de locomoção automóvel, seja na linha da adaptação, nomeadamente através da atenuação do aumento da temperatura e efeito de ilha de calor, depuração e garantia da qualidade dos recursos hídricos, diminuição da intensidade de inundações fluviais e costeiras, redução da erosão do solo, conservação da biodiversidade e disponibilização de oportunidades alternativas de recreio sustentável. Note-se que no território europeu as perspetivas de incremento dos serviços prestados pela Infraestrutura Verde no âmbito da mitigação são consideradas limitadas, enquanto no que toca à adaptação o seu contributo é deveras substancial (NRDA, 2010).

A presente comunicação intenta, assim, a análise do conceito de Infraestrutura Verde, dos elementos que a compõem, do seu potencial contributivo na mitigação e adaptação aos impactos das alterações climáticas, de casos de estudo exemplificativos, de forma a reconhecer a premência do seu planeamento.

## 2. INFRAESTRUTURA VERDE: Conceito e Elementos Constituintes

Nos Estados Unidos, o termo *Green Infrastructure* foi utilizado, numa primeira aceção, nos anos 1990's, relacionando-se, principalmente, com a gestão do escoamento superficial, drenagem e prevenção de inundações (EEA, 2011), embora se lhe tenham vindo mais tarde a reconhecer um mais amplo leque de funções e serviços. Benedict, M., McMahon, E. (2006) reformulariam, ulteriormente, a aceção americana de Infraestrutura Verde, definindo-a como uma rede interconectada de áreas naturais e outros espaços que conservam os valores e funções dos ecossistemas naturais, sustentando a purificação do ar e água, providenciando uma série de benefícios para a população e protegendo a biodiversidade.

Já no contexto europeu, as instituições da União Europeia têm utilizado o conceito mais focado à escala da Paisagem, sendo que a nível urbano o vocábulo tem sido preterido pela recorrência de *Green Spaces* e *Green Systems* (EEA, 2011).

Balizando conceitos emanados de vários fóruns académicos e institucionais, a Comissão Europeia em 2013 definiu a *Green Infrastructure Strategy – Enhancing Europe's Natural Capital*, assumindo-a enquanto uma rede estrategicamente planeada de zonas naturais e seminaturais, concebida e gerida para prestar uma ampla gama de serviços dos ecossistemas. Incorpora espaços verdes (ou azuis, se envolver ecossistemas aquáticos), sendo que em terra a Infraestrutura Verde está presente tanto em meios rurais como urbanos. Hoje, a sua valorização é considerada uma prioridade “Europa 2020” e é reiterada pela Estratégia de Biodiversidade da União Europeia para 2020 (CE, 2013).

Importa, assim, descortinar e sistematizar os potenciais componentes de uma Infraestrutura Verde (CE, 2010), sucintamente:

- Áreas protegidas;
- Ecossistemas saudáveis e zonas de grande valor natural para lá das zonas protegidas, tais como planícies aluviais, zonas húmidas, zonas costeiras, florestas, entre outros;
- Elementos paisagísticos naturais como cursos de água, zonas arborizadas, sebes e passagens naturais que funcionem como corredores ecológicos;
- Zonas de habitats recuperados com vista à preservação de determinadas espécies, seja pela expansão da área protegida ou das zonas de alimentação, de criação, de repouso e favorecimento

da migração e distribuição geográfica;

- Ecoductos e ecopontes, isto é, elementos artificiais desenhados e construídos para permitir a circulação de espécies por entre obstáculos paisagísticos intransponíveis;
- Elementos urbanos como parques, muros e coberturas verdes, os quais não deixam de ser nichos de biodiversidade e prestam uma série de serviços em meio urbano, estabelecendo a ligação entre as áreas urbanas, peri-urbanas e rurais;
- Áreas multifuncionais onde se pratique uma utilização do solo agrícola e silvícola que possibilite a manutenção e a regeneração dos ecossistemas, assente na interdição de práticas que levem à sua degradação.



**Figura 1.** Áreas multifuncionais da Infraestrutura Verde, Monsaraz, Alentejo, Portugal. Fonte: Autor (2012).

### **3. INFRAESTRUTURA VERDE E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS: O seu Contributo**

A multifuncionalidade dos serviços prestados pela Infraestrutura Verde desdobra-se em vários contributos no que concerne à mitigação e adaptação aos impactos das alterações climáticas (Ahern, 2007; Gill, et al. 2007; Madureira, 2012; Sussams et al., 2014).

#### **3.1. Mitigação**

As principais oportunidades de mitigação a serem conseguidas através da valorização da Infraestrutura Verde são:

- **Sequestro de Carbono:** é realizado tanto através da fotossíntese por meio das plantas como através da decomposição de matéria orgânica no solo, sendo que este armazena mais carbono que a vegetação. Alterações de coberto vegetal ou das práticas de gestão do solo implicam diferentes níveis de sequestro de carbono, pelo que as oportunidades de mitigação no território europeu passam por potenciais aumentos do coberto vegetal e gestão sustentável das áreas

agrícolas e florestais (NDRA, 2010).

- **Provisão de espaço e fontes de energia renovável** (energia hidroelétrica, geotérmica, biomassa, solar e eólica) (EEA, 2011).
- **Redução do uso energético no aquecimento e/ou arrefecimento de edifícios por incremento da área em espaços verdes, coberturas verdes e paredes verdes:** estudos indicam que o aumento de espaços e coberturas verdes permite arrefecer naturalmente o tecido edificado, possibilitando uma poupança média de 15 a 45% do consumo anual de energia dos edifícios (Foster et al., 2011).
- **Produção Agrícola:** o incentivo à produção agrícola de proximidade e aumento da segurança alimentar constitui uma forte estratégia de redução no consumo de energia e emissões (Beatley, 2000, p. 7). Atualmente, os produtos alimentares são transportados de proveniências cada vez mais distantes do local de consumo, o que correspondeu a um aumento médio das emissões de transporte em 25% nos últimos 30 anos (NRDA, 2010).
- **Incentivo à locomoção sustentável:** a proximidade de espaços verdes de recreio e lazer no seio e na proximidade das áreas articuladas por uma rede de percursos pedestres e cicláveis desincentiva o uso do transporte automóvel e representa um assinalável contributo mitigante (NDRA, 2010).

### 3.2. Adaptação

As essenciais opções de adaptação assentes na estratégia de valorização da Infraestrutura Verde são as seguintes:

- **Redução do efeito de ilha de calor urbano:** a Infraestrutura Verde tem um grande potencial de apoiar as áreas urbanas a enfrentar o aumento generalizado da temperatura e o efeito de ilha de calor através da sua capacidade de arrefecimento por evapotranspiração, ensombramento e manutenção de corredores de ar frio. Para a área de Great Manchester, Gill et al. (2007) modelou que o aumento de 10% da área em espaços e coberturas verdes asseguraria a manutenção do conforto térmico atual mesmo no cenário de elevadas emissões para 2080.
- **Regulação da quantidade e qualidade da água:** a Infraestrutura Verde sustenta e incrementa infiltração de água nos aquíferos e garante a filtração e depuração da mesma; constituindo um fator crucial de contraponto aos impactos de diminuição da quantidade e qualidade dos recursos hídricos (NDRA, 2011).
- **Armazenamento e drenagem de água, reduzindo inundações fluviais:** a infiltração, interceção, inerente diminuição do volume escoado superficialmente e a meandrização dos cursos de água permite a redução dos caudais de ponta e o aumento do tempo de concentração a jusante, possibilitando um decréscimo da frequência de inundações (EEA, 2011).
- **Atenuação de inundações marítimas:** a gestão sustentável da Infraestrutura Verde através da proteção das zonas húmidas e das composições vegetais dos cordões dunares e falésias permite diminuir os impactos de agitação marítima sobre as zonas costeiras em situações de tempestade e subida do nível médio das águas do mar (NRDA, 2010).
- **Redução da erosão do solo:** a adoção de boas práticas de gestão agrícola e florestal poderá dirimir o esperado aumento de erosão do solo a ser induzido pela maior ocorrência de fenómenos de precipitação extrema.
- **Conectividade entre Habitats:** o incremento da conectividade de habitats fragmentados e respetivo aumento da permeabilidade da paisagem constitui um fator de resiliência dos ecossistemas e conservação da biodiversidade (EEA, 2011 ; NDRA, 2010).
- **Oportunidades alternativas de recreio e lazer:** em virtude do esperado crescente desconforto térmico da cidade compacta contemporânea e a redução dos areais de deleite balnear inerente à subida do nível médio do mar, os presentes modelos de recreio, lazer e turismo poderão ser preteridos em favor de abordagens de usufruto sustentável e ecoturismo, assentes na amenidade climática da Infraestrutura Verde e na identidade cultural da Paisagem.

### 3.3. Casos de Estudo

O primeiro caso de estudo apresentado diz respeito ao projeto de regeneração do bairro de Augustenborg, cidade de Malmö, Suécia. Embora tivesse sido um bairro próspero desde a sua construção nos 1950's, entrou em declínio nos 20 anos ulteriores, devido à ocorrência de frequentes inundações, sendo que o seu abandono relegou a população remanescente ao desemprego e à marginalização (EEA, 2011).

Nos anos 90, a câmara municipal implementou um projeto de regeneração urbana baseado na melhoria do conforto climático, atenuação da intensidade das inundações e conservação da biodiversidade.

A proposta sustentou-se num plano de gestão de recursos hídricos, de mitigação e adaptação às alterações climáticas, assente numa reestruturação do sistema de drenagem, implantação de coberturas verdes, paredes verdes e reabilitação dos espaços verdes, os quais passaram a ser inundáveis, coadjuvando o mesmo sistema de drenagem na gestão das inundações.

Os espaços verdes criados foram, essencialmente, hortas comunitárias, espaços de lazer e de recreio infantil entre os edifícios residenciais com plantação de árvores e arbustos, que juntamente com as bacias de retenção promoveram a regeneração da biodiversidade (EEA, 2011). Foram, ainda, introduzidos sistemas de aproveitamento de energia renovável, reciclagem e iniciativas de reestruturação dos meios de transporte.

Os resultados da execução deste projeto traduziram-se também na atratividade que passou a demarcar o bairro, o que conduziu a uma diminuição de 30% do desemprego. O desempenho energético dos edifícios repercutiu-se na redução das emissões em 20% através da contribuição das coberturas verdes no arrefecimento estival dos edifícios (EEA, 2011).

Não menos importante foi a capacidade das coberturas verdes e outras áreas permeáveis instaladas assegurarem a infiltração de 70% da água precipitada antes da mesma alcançar o sistema de drenagem, aumentando, por esta via, o seu tempo de concentração. Por outro lado, as coberturas verdes foram também responsáveis por atrair avifauna e insetos que juntamente com o sistema de drenagem superficial originaram habitats que induziram um aumento de 50% da biodiversidade na área em causa.

O segundo caso de estudo que se analisa prende-se com a construção de *Climate Buffers* na Holanda. Seis organizações de conservação da natureza holandesas desenvolveram estratégias de valorização da Infraestrutura Verde e dos seus múltiplos benefícios em detrimento da abordagem de soluções pesadas de engenharia e betão, a qual se havia plasmado até aí na recorrência à tendencial construção de diques nos deltas dos países baixos (EEA, 2011; EEA, 2013). Esta estratégia apresentava como cerne dos seus objetivos a adaptação a um clima em mudança, assumindo-se as seguintes prioridades:

- Incremento da resiliência dos habitats às alterações climáticas;
- Proteção e atenuação da intensidade das inundações;
- Retenção de água;
- Melhoria da qualidade da água;
- Conceção de áreas de recreio e lazer;
- Criação de habitats e delimitação de infraestruturas que facilitem a permeabilidade e migração de espécies.

Como tal, estes eixos estratégicos almejaram o desenvolvimento harmonioso, sustentado nos benefícios económicos não só da delimitação de buffers de contraponto aos impactos das alterações climáticas, mas também da criação de novas áreas de recreio. Em virtude disso, é expectativa desta estratégia que os potenciais impactos económicos e sociais das alterações climáticas poderão ser sublimados pelo desenvolvimento socioeconómico do incremento da Infraestrutura Verde (EEA, 2011).

O ensejo de conexão de áreas fragmentadas no sentido de aumentar a permeabilidade da paisagem e a migração de espécies no seio do território holandês e mais além é ainda assumido por esta estratégia, pelo que a cooperação internacional é sinalizada como ponto preponderante no sucesso da mesma (EEA, 2013).

## 4. CONCLUSÕES

Num futuro que se afigura tão multifacetado, mesmo que seja alcançado um esforço de mitigação das causas das alterações climáticas e se esbata a premência da adaptação às consequências das mesmas, a valorização da Infraestrutura Verde não deixará de constituir uma estratégia *win-win*, cuja contribuição excede o estrito papel de égide oponente aos impactos das alterações climáticas.



Como tal, a flexibilidade do seu processo de planeamento é a única e verdadeira via de adaptação aos desafios que o futuro congrega, pelo que este artigo é uma contribuição na contínua constituição de conhecimento qualificado e consubstanciado sobre este tema, derradeiro baluarte no caminho para a sustentabilidade.

## **AGRADECIMIENTOS**

O autor André Samora-Arvela agradece, acerrimamente, o apoio e colaboração dos demais autores no decurso do seu doutoramento e na feitura do presente artigo, nomeadamente o Professor Doutor João Ferrão, Professor Doutor Jorge Ferreira, Professora Doutora Rosário Oliveira, Professor Doutor Thomas Panagopoulos e Professor Doutor Eric Vaz.

## **5. BIBLIOGRAFIA**

- Ahern, J. (2007): “Green Infrastructure for cities: the spatial dimension” In V. Novonty, P. Brown (Eds.), *Cities of the future: towards integrated sustainable water and landscape management*. Londres: IWA Publishing
- Beatley, T. (2000): *Green Urbanism: Learning from European Cities*. Washington: Island Press;
- Benedict, M. A., McMahon, E. T. (2006): *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Washington: Island Press;
- CE (2010): *Uma Infraestrutura Verde - Brochura*. Bruxelas: Comissão Europeia;
- CE (2013): *Comunicação da Comissão Europeia ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões*. Bruxelas: Comissão Europeia;
- EEA (2011): *Green Infrastructure and Territorial Cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems*. EEA Technical Report n.º 18/2011. Copenhaga: European Environment Agency;
- EEA (2013): *Adaptation in Europe – Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socioeconomic developments*. EEA Report n.º 3/2013. Copenhaga: European Environment Agency;
- Foster, J., Lowe, A., Winkelman, S. (2011): *The Value of Green Infrastructure for Urban Climate Adaptation*. Washington: Center for Clean Air Policy;
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., Pauliet, S. (2007): “Adapting Cities for Climate Change: The Role of Green Infrastructure”. *Built Environment*, 33:1, 115-133;
- IPCC (2012): *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. UK, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 1-502;
- IPCC (2014): *AR5 – Climate Change 2014 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 59-60;
- Madureira, H. (2012): “Infraestrutura Verde na paisagem urbana contemporânea: o desafio da conectividade e a oportunidade da multifuncionalidade”. *Revista da Faculdade de Letras – Geografia – Universidade do Porto*, 3:1, 33-43;
- NRDA (2010): *Green Infrastructure: How and where can it help the Northwest mitigate and adapt to climate change?* Warrington: Northwest Regional Development Agency;
- Sussams, L. W., Sheate, W.R., Eales, R.P. (2014): “Green Infrastructure as climate change adaptation policy intervention: Muddying the waters or clearing a path to a more secure future” *Journal of Environmental Management*, 147, 184-193.